

PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS HETEROGÊNEOS PARA DEGRADAÇÃO DE POLUENTES EMERGENTES

Thiago Gobbi de Farias, Ingrid Luíza Reinehr, Luiz Jardel Visioli, Alexandre Tadeu Paulino, Heveline Enzweiler

INTRODUÇÃO

Os chamados poluentes emergentes, são compostos que possuem variados potenciais de causarem danos tanto ao meio ambiente quanto à saúde dos seres humanos (UFU, 2020). Dentre esses poluentes estão incluídos produtos químicos farmacêuticos, produtos de higiene pessoal, pesticidas, além de outros diversos produtos químicos orgânicos industriais, os quais são liberados principalmente no ambiente aquático por meio de águas residuais tanto domésticas quanto industriais (Ahmed et al., 2021).

As metodologias usuais utilizadas nos tratamentos de água geralmente não conseguem eliminar de forma eficaz esses emergentes, visto que, eles são projetados principalmente para eliminar poluentes convencionais, consequentemente muitos poluentes emergentes acabam persistindo em ecossistemas aquáticos e águas recuperadas (Fabregat, 2024).

A cafeína é um alcaloide natural popularmente encontrado em grãos de café, chás e outras plantas. Sendo uma das substâncias farmacológicas ativas mais ingeridas no mundo e que pode vir a ser excretada pelo corpo humano, sendo destinado principalmente para os sistemas de tratamento de água e esgoto (Nawrot et al., 2003).

O acessulfame é um dos principais adoçantes artificiais de baixa caloria que assim como a cafeína costuma não ser totalmente processado pelo organismo humano e pode acabar sendo despejado nos sistemas de tratamento de água e esgoto (Bian et al., 2017)

A fotocatálise vem sendo investigada como uma possível solução para a degradação dos poluentes emergentes, devido a capacidade de gerar espécies reativas utilizando luz UV, a baixa eficiência e subprodutos intermediários limitam sua aplicação, com isso, a integração com sistemas de membranas está em desenvolvimento para uma busca eficiente do tratamento desses produtos (Zhang et al., 2024). O presente trabalho tem como objetivo analisar o feito do uso de diferentes porcentagens de dióxido de titânio em membranas para a degradação do acessulfame e da cafeína.

DESENVOLVIMENTO

O experimento foi realizado utilizando membranas de quitosana com 15% e 30% de dióxido de titânio (TiO_2) em relação a massa de quitosana. Para a síntese dessa membrana, foram utilizadas 0,1 g de quitosana em pó juntamente com 0,03 g (para 30%) e 0,015 g (para 15%) que foram dissolvidos em 1% de uma solução de ácido acético 1 mol L⁻¹ (10 ml) e 1% de glutaraldeído (1,2 ml). A mistura foi colocada em placas de Petri. Estas então foram levadas para estufa de circulação a 60 °C por 24 h.

Após as membranas produzidas, foram realizadas as reações de fotodegradação, utilizando 600 ml de soluções de cafeína ou acessulfame com concentrações de 3 mg L⁻¹, em um reator batelada com temperatura do meio reacional a 25 °C por meio de conexões a uma bomba para circulação de água de um banho termostático (SolidSteel). Um tubo de quartzo contendo uma lâmpada de 7 W UVC (HOPAR UV-611) localizada na parte interna do reator. A membrana foi posicionada na parte inferior do reator de quartzo em contato com o meio reacional mantido sob contante agitação. Alíquotas (3 ml) foram retiradas utilizando uma seringa através de um

septo perfurável. O sistema foi mantido sob agitação durante todo o tempo de reação contante com a lâmpada desligada por 30 minutos. As amostras então foram analisadas em espectrofotômetro UV-Visível (KASVI: k37), em cubeta de quartzo, onde o comprimento de onda utilizado foi de 274 nm.

RESULTADOS

Os resultados obtidos podem ser observados na Figura 1 onde a fotólise (reação sem catalisador) foi obtido um percentual de degradação do acessulfame de 61,8% e uma degradação da cafeína de 38,69%, já ao final da reação com 15% de dióxido de titânio a degradação do acessulfame foi de 60,48% e a reação com 30% de dióxido de titânio chegou a uma degradação do acessulfame de 63,49%, já para a cafeína uma degradação de 40,72% para 15% de dióxido de titânio e com 30% de dióxido de titânio. Esses resultados nos mostram que a adição da membrana à reação utilizando a luz UV tem a capacidade de aumentar a degradação da cafeína, o mesmo não ocorre para o acessulfame, que teve um aumento somente com adição de 30% de dióxido de titânio.

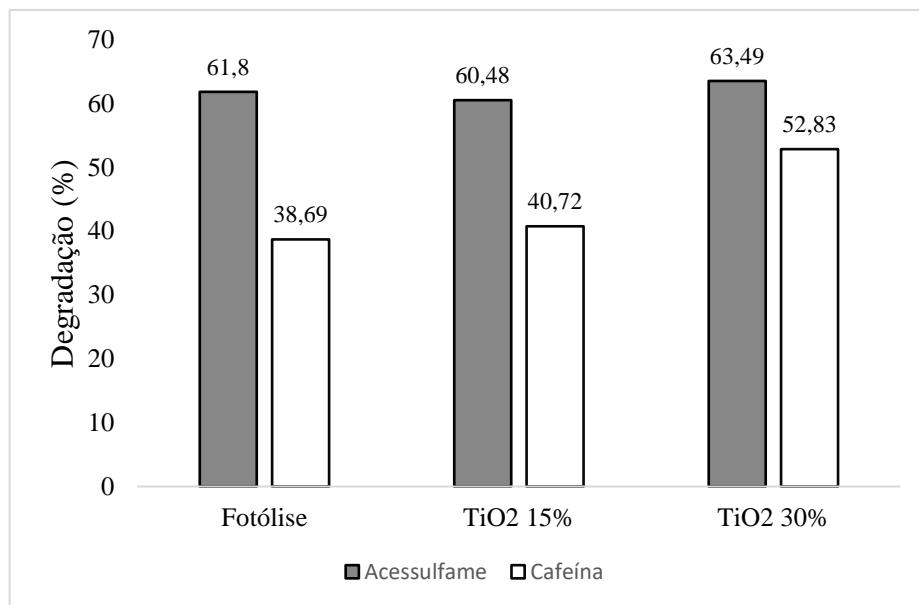
CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos nesse experimento é possível concluir que o uso do dióxido de titânio como um componente na síntese de membranas, a fim de se obter um aumento no potencial de degradação dos componentes estudados se torna uma alternativa interessante para o aumento de tal capacidade quando se trata da cafeína, já para o acessulfame mais testes precisam ser realizados. Os estudos estão em processo de finalização para confirmação desses dados e realização de novas técnicas e modelos de análises.

Palavras-chave: Membrana. Fotocatálise. Cafeína.

ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Degradação do Acessulfame e da Cafeína



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S.; KHAN, F. S. A.; MUBARAK, N. M.; et al. Emerging pollutants and their removal using visible-light responsive photocatalysis – A comprehensive review. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, 1. dez. 2021. Elsevier Ltd.

BIAN, X.; CHI, L.; GAO, B.; et al. The artificial sweetener acesulfame potassium affects the gut microbiome and body weight gain in CD-1 mice. **PLoS ONE**, v. 12, n. 6, 2017. Public Library of Science.

FABREGAT, V. Enhancing Emerging Pollutant Removal in Industrial Wastewater: Validation of a Photocatalysis Technology in Agri-Food Industry Effluents. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 14, n. 14, 2024. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).

NAWROT, P.; JORDAN, S.; EASTWOOD, J.; et al. Effects of caffeine on human health. **Food Additives and Contaminants**, 1. jan. 2003.

UFU. **Poluentes emergentes: impactos ambientais e à saúde humana**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2020. Disponível em: <http://www.sustentavel.ufu.br/node/483>. Acesso em: 12 ago. 2025.

ZHANG, J.; WU, H.; SHI, L.; et al. Photocatalysis coupling with membrane technology for sustainable and continuous purification of wastewater. **Separation and Purification Technology**, v. 329, p. 125225, 2024. Elsevier. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586623021330?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 14/8/2025.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Thiago Gobbi de Farias

MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC-AF/UDESC (IC)

VIGÊNCIA: 10/10/2024 a 31/08/2025 – Total: 11 meses

ORIENTADOR(A): Heveline Enzweiler

CENTRO DE ENSINO: CEO

DEPARTAMENTO: Departamento de Engenharia de Alimentos e Química - DEAQ

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Engenharias, Engenharia Química, Processos Industriais de Engenharia Química, Engenharia de Processos de Separação / Tratamento de Efluentes

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Aplicação de técnicas de adsorção e fotocatálise na remoção de compostos fármacos, corantes alimentícios e edulcorantes em meio aquoso

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3938-2022